Lane Medical Library

Aus dem Königlichen hygienischen Institut zu Breslau.

1900

Die bakteriologische Kontrolle von Wasserwerken mit Filtrationsanlagen.

Inaugural-Dissertation,

welche

nebst beigefügten Thesen

mit Genehmigung der

medizinischen Fakultät der Königlichen Universität zu Breslau

behufs Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshülfe

Donnerstag, den 22. März 1900, Vormittags 11½ Uhr

im Musiksaale der Universität

öffentlich vertheidigen wird

Walter von Schuckmann.

Opponenten:

med. Wilhelm Lubosch, Assistent am Königl. anatomischen Institut.

med. Erwin Kobrak, Assistent am Königl. hygienischen Institut.

Breslau 1900.

Druck der Breslauer Genossenschafts-Buchdruckerei. E. G. m. b. H.

Genehmigt auf Antrag des Referenten
Herrn Geheimen Med.-Rath Professor Dr. C. Flügge.

C. Hasse, Prodek

Seinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

In den Grundsätzen für die Reinigung von Oberflächenwässern durch Sandfiltration, welche durch eine hygienisch-technische Kommission im Januar 1894 im Reichsgesundheitsamt ausgearbeitet wurden, spielt die bakteriologische Untersuchung bei der Beurtheilung der filtrierten Oberflächenwässer eine Hauptrolle, und zwar wird die Forderung aufgestellt, dass ein befriedigendes Filtrat beim Verlassen des Filters nicht mehr als 100 Keime im ccm enthalten soll.

Zur Feststellung der Keimzahl wird, um eine einheitliche Ausführung der bakteriologischen Untersuchung zu sichern, empfohlen als Nährboden zehnprozentige Fleischextraktpeptongelatine; von jeder Probe werden in der üblichen Weise mit je 1 und $^1/_2$ ccm Platten gegossen, die 48 Stunden lang bei 20° C. zu halten und nach Ablauf dieser Zeit mit der Lupe auszuzählen sind.

Dass mit Hülfe dieser zur allgemeinen Anwendung empfohlenen Methodik nicht eine wirklich genaue Feststellung sämmtlicher, im Wasser vorhandenen entwicklungsfähigen Keime erreicht wird, darauf ist seit Veröffentlichung dieser Grundsätze mehrfach hingewiesen worden.

Kurth[1]) hebt als Momente, welche die gefundene Zahl hinter der wirklich vorhandenen zurückstehen lassen, haupt-

[1]) H. Kurth, Die Thätigkeit der Filteranlage des Wasserwerkes zu Bremen von Juni 1893 bis August 1894 mit besonderer Berücksichtigung der Hochwasserzeiten. Arb. aus d. Kais. Gesundh.-Amt Bd. 11, p. 427.

sächlich folgende hervor: die anaeroben Keime kommen überhaupt nicht zur Entwicklung; manche Keime wachsen so langsam, dass sie erst nach 3 Tagen oder später sichtbar werden und so bei der Zählung nach 48 Stunden ebenfalls unberücksichtigt bleiben. Eine andere Gruppe von Mikroorganismen keimt überhaupt auf der üblichen Fleischwasserpeptongelatine nicht aus und entgeht also gleichfalls der Beobachtung.

Auf einen andern Umstand, der ebenfalls die mittelst des oben erwähnten Verfahrens erhaltene Keimzahl als zu niedrig erscheinen lässt, macht Neisser[1]) aufmerksam. Nach ihm kommen in jedem Wasser eine gewisse Anzahl von Keimen vor, welche überhaupt zu keiner Zeit ihres Wachsthums eine makroskopisch wahrnehmbare Grösse erreichen, und die es erklärlich machen, dass man bei Anwendung der von ihm ausgearbeiteten mikroskopischen Plattenzählmethode stets eine erheblich höhere Kolonienzahl ermittelt als bei gewöhnlicher Lupenzählung.

Nach den citirten Angaben erscheint es demnach unzweifelhaft, dass man auf die in den Grundsätzen zur Anwendung empfohlene Methode nicht zu einer der Wirklichkeit entsprechenden Vorstellung von dem wahren Keimgehalt des Wassers gelangt, sondern stets nur einen gewissen Bruchtheil der absoluten Keimzahl ermittelt. Wie gross dieser Bruchtheil ist, das müssen weitere, unter Berücksichtigung aller oben aufgeführten Einwände angestellte Untersuchungen lehren. Das eine erscheint aber immerhin wahrscheinlich, dass der mit Hülfe der üblichen Methode ermittelte Keimgehalt meist, freilich nicht immer, in einem annähernd konstanten Verhältniss zu dem absoluten Keimgehalt des Wassers stehen wird. In diesem Falle würden die auf die bisherige Weise ermittelten Resultate, selbst wenn sie sich als erheblich zu gering herausstellen sollten, auch fernerhin ihren Werth behalten, sofern man nur berücksichtigt, das

[1]) M. Neisser, Die mikroskopische Plattenzählung und ihre spezielle Anwendung auf die Zählung von Wasserplatten. Zeitschr. f. Hyg. Bd. XX, p. 119.

sie uns nicht über die absolute Zahl der in einem Wasser wirklich vorhandenen Keime, sondern nur über das relative Verhalten der Keimzahl, über ihre durch bestimmte Umstände veranlasste Erhöhung oder Verminderung zu bestimmten Zeiten Aufschluss geben sollen.

Die in den Grundsätzen normirte Grenzzahl von 100 Keimen im ccm soll auch nicht etwa die Bedeutung einer absoluten Norm und einer starren Grenze zwischen gut und schlecht haben, sondern sie spielt mehr die Rolle eines Indikators, der den Betriebsleiter darauf hinweisen soll, dass irgend welche Mängel im technischen Betriebe aufgetreten sind, die der Abhülfe bedürfen.

Eine vorübergehende und unerhebliche Ueberschreitung dieser Grenzzahl wird daher kaum jemals zu der Annahme von Betriebsstörungen Veranlassung geben. Dagegen würde nach den in den »Grundsätzen« aufgestellten Direktiven, die mit der Oberaufsicht über ein Wasserwerk betraute Behörde bei andauernder und erheblicher Steigerung der Reinwasserkeime über die Grenzzahl 100 berechtigt und auch mehr oder weniger verpflichtet sein, das so beschaffene Wasser zu beanstanden und eventuell vom Gebrauch auszuschliessen.

Nun kommen aber bei einer Reihe von Wasserwerken derartige dauernde und erhebliche Keimsteigerungen über die erwähnte Grenzzahl ziemlich häufig vor, wie die statistische Zusammenstellung der Filtrationsergebnisse der deutschen Wasserwerke von Pannwitz[1]) zeigt, und es ist ohne weiteres einleuchtend, dass zahlreiche, mit filtrirtem Oberflächenwasser versorgte Kommunen dadurch namentlich zu Epidemiezeiten in äusserst schwierige Situationen kommen können.

Daher beansprucht die Beantwortung der Frage ein unmittelbares praktisches Interesse: Zeigt eine erhebliche und andauernde Ueberschreitung der Grenz-

[1]) G. Pannwitz, Die Filtration von Oberflächenwasser in den deutschen Wasserwerken während der Jahre 1894—96. Arb. a. d. Kais. Ges. Amt. Bd. XIV, 1898, p. 153.

zahl von 100 Keimen im ccm stets ohne Weiteres das Bestehen einer Störung im Filtrationsbetriebe an oder kann eine derartige Keimsteigerung auch durch andere Umstände, trotz völlig intakter Filtrationswirkung herbeigeführt werden?

Dass die Handhabung des technischen Betriebes von weitgehendstem Einfluss auf den Keimgehalt des filtrirten Wassers ist, und dass etwaige Fehler und Mängel der ersteren sofort ihren sprechendsten Ausdruck in einer korrespondirenden Erhöhung der Keimzahl im Filtrat finden, darüber hat nie ein Zweifel geherrscht, seitdem man überhaupt die bakteriologische Untersuchung als die beste, ja einzig brauchbare Methode zur Beurtheilung des Filtrationseffektes erkannt und angewandt hat.

Gerade mit Hülfe der fortlaufenden bakteriologischen Kontrole ist man zu den heut allgemein gültigen Anschauungen über den Aufbau der filtrirenden Schicht, über die Wichtigkeit der oberflächlichen Deckschicht, vor Allem aber über die Handhabung des Betriebes gelangt, deren Hauptpunkte sich dahin zusammenfassen lassen: die Filtrationsgeschwindigkeit soll eine möglichst gleichmässige, 100 mm pro Stunde nicht überschreitende sein. Der Filtrationsdruck soll möglichst gleichmässig, im Mittel 0,5 m nicht übersteigend und nie so stark sein, dass er zu Durchbrüchen der obersten Deckschicht führen könnte. Grosse Reinwasserreservoire, deren Niveau auch bei dem stark wechselnden Wasserverbrauch der verschiedenen Tageszeiten nur wenig schwankt, sind für die Einhaltung gleichmässigen Druckes von besonderer Bedeutung. Die Stärke der Sandschicht soll nie auf weniger als 30 cm abgearbeitet werden. Nach jeder Reinigung resp. Wiederauffüllung soll das Filter von unten mit filtrirtem Wasser angefüllt werden, und das Filtrat erst nach Ablauf einer, je nach den lokalen Verhältnissen verschieden langen Zeit dem Reinwasserbassin zugeführt werden.

Doch es sind nicht allein Verstösse gegen diese allgemein anerkannten Prinzipien des Aufbaues und der

Betriebsführung von Sandfiltern, die durch die bakteriologische Kontrole nachgewiesen werden, sondern auch rein zufällige Störungen der regelrechten Filtration, wie z. B. Sprünge und Senkungen im Mauerwerk, durch die eine direkte Kommunikation des filtrirten Wassers mit dem auf dem Filter stehenden stattfindet, oder die gefährlichen Folgen einer Vereisung der oberen Filterschichten, auf die zuerst von R. Koch hingewiesen wurde und die bei offenen Filtern besonders zu fürchten ist. Andererseits geben bedeckte Filter vielfach schlechte Resultate bei der bakteriologischen Prüfung, wenn sie zu wenig Licht und Luft an ihrer Oberfläche erhalten, um eine kräftige Betheiligung der Algen an der Bildung der filtrirenden Decke zu gestatten.

Für alle derartige Beeinträchtigungen des Filtrationseffektes stellt die Keimzahl des Filtrates einen sehr empfindlichen Indikator dar, der darauf stets mit einer Ueberschreitung der Grenzzahl reagiren wird. Von ausschlaggebender Bedeutung für den Werth und die Anwendbarkeit dieses Indikators ist jedoch die Entscheidung der Frage: darf man den keinesfalls anzuzweifelnden Satz: »Jede Beeinträchtigung des Filtrationseffektes bedingt eine Ueberschreitung der normalen Keimzahl« auch ohne Weiteres umkehren und sagen: Jede Ueberschreitung der normalen Keimzahl wird bedingt durch Fehler und Störungen im Filtrationsbetrieb? oder giebt es Momente, welche trotz völlig intakter Filtrationswirkung doch derartige Keimzahlsteigerungen veranlassen können?

Der Bakteriengehalt eines einwandfreien Filtrates entstammt 2 Quellen, nämlich einerseits den direkt dem unfiltrirten Wasser angehörigen, durch das Filter hindurchgegangenen, andererseits den dem Filtrat sekundär aus den tieferen Schichten des Filtersandes, beziehungsweise erst im Reinwasserraume beigemengten Bakterien.

Ueber die Bedeutung beider Kategorien von Bakterien für das Resultat haben sich die Ansichten im Laufe des letzten Jahrzehntes erheblich geändert. Während früher

lange Zeit hindurch die Anschauung allgemein acceptirt war, dass ein auf der Höhe seiner Leistungsfähigkeit stehendes Sandfilter ein absolut keimdicht arbeitender Apparat sei, und sämmtliche im Filtrat vorhandenen Bakterien diesem erst sekundär aus den tieferen Schichten des Filtersandes und auf seinem weiteren Wege von den Wänden der Reinwasserkammer u. s. w. beigemengt würden, wurde durch die Untersuchungen von Fränkel und Piefke[1]) und weiter durch Piefke[2]) und Kabrehl[3]) nachgewiesen, dass auch ein völlig einwandsfrei arbeitendes Sandfilter niemals sämmtliche im Rohwasser vorhandenen Keime zurückzuhalten im Stande ist, sondern stets einen gewissen Bruchtheil derselben hindurchtreten lässt.

Wie gross dieser Bruchtheil ist, d. h. mit welcher Reduktionsziffer ein Filter arbeitet, darüber liegen nur vereinzelte ziffernmässige Angaben vor. Nach den Versuchen von Fränkel-Piefke scheint das Reduktionsverhältniss meist zwischen 1000 bis 3000 : 1 zu schwanken, wobei allerdings auch erheblich höhere und niedrigere Zahlen vorkommen. Nach den Kabrehl'schen Versuchen liegt es zwischen 2500 und 7500 : 1.

Wenn sich demnach auch über die ziffernmässige Grösse des Reduktionsverhältnisses aus leicht begreiflichen Gründen keine allgemein gültigen Sätze aufstellen lassen, so begründet doch schon die Thatsache an und für sich, dass überhaupt ein derartiges Reduktionsverhältnis besteht, einen berechtigten Einwand dagegen, dass hinsichtlich der Beurtheilung der Güte des Filtrates sozusagen alle Wasserwerke mit einem und demselben Maasse gemessen werden und die Grenzzahl von 100 Keimen im ccm für alle ohne Ausnahme festgesetzt wird, ohne Rücksicht auf die enormen

---

[1]) Fränkel-Piefke, Versuche über die Leistungen der Sandfiltration. Zeitschr. f. Hyg. Bd. VIII, 1890, p. 1.

[2]) Piefke, Neuere Ermittelungen über die Sandfiltration. Schillings Journal f. Gasbel. und Wasservers., 1891.

[3]) Kabrehl, Experimentelle Studien über Sandfiltration. Archiv f. Hyg. Bd. XXII, 1895, p. 323.

Differenzen in den Schwierigkeiten, mit denen die einzelnen Werke hinsichtlich ihres Rohmaterials zu kämpfen haben.

Für Wasserwerke, welche ein keimarmes Rohwasser verarbeiten, also besonders für diejenigen, die ihren Bedarf aus bakterienarmem Seewasser decken, wie die Berliner Werke am Tegeler- und Müggelsee oder die Züricher Wasserwerke, ist diese Grenzzahl ja sicherlich nicht zu hoch gegriffen, wie die Betriebsergebnisse dieser Werke zeigen, deren Reinwasser hinsichtlich seines Keimgehaltes meist noch erheblich unter der erlaubten Grenze von 100 Keimen bleibt. Dagegen treten für diejenigen Wasserwerke, welche hinsichtlich ihres Rohmaterials auf das bedeutend keimreichere Flusswasser angewiesen sind, zu gewissen Jahreszeiten Umstände ein, welche die Lieferung eines den Anforderungen entsprechenden Filtrates auch bei dem bestgeleiteten technischen Betriebe zur Unmöglichkeit machen.

Zum Nachweis dieser Verhältnisse bieten die Betriebsergebnisse des Wasserwerkes der Stadt Breslau ein sehr geeignetes Material, auf das im Folgenden etwas näher eingegangen werden soll.

Nachdem im Anfange des Jahres 1894 im Reichsgesundheitsamte jene oben erwähnten Grundsätze für den Filtrationsbetrieb aufgestellt und sämmtliche Wasserwerke Deutschlands aufgefordert worden waren, ihre Betriebsergebnisse in vierteljährlichen Berichten an diese Behörde einzureichen, wurden seitens des Wasserwerkes der Stadt Breslau von Juni 1894 ab sehr ausführliche Nachweise über sämmtliche bei der Filtration in Betracht kommende Faktoren geführt, nämlich über Keimgehalt des Rohwassers, Keimgehalt des Filtrates sowohl jedes einzelnen der 8 Filter wie auch des Filtratgemisches, ferner über Luft- und Wassertemperatur, Pegelstand, Filterdruck und -geschwindigkeit, sowie Gesammtleistung jedes einzelnen Filters. Jeder dieser Faktoren wurde täglich beobachtet, und die Ergebnisse monatsweise tabellarisch, und zwar für jedes Filter gesondert, zusammengestellt.

Von diesen Betriebsergebnissen, welche mir für die ganze Beobachtungsperiode vom Juni 1894 bis Januar 1900 vorliegen, musste die Anfangsperiode Juni-Oktober 1894 unberücksichtigt bleiben, da im November 1894 die Anwendung der mikroskopischen Zählmethode für die Rohwasserplatten eingeführt wurde, und demnach die bakteriologischen Ergebnisse vor und nach dieser Abänderung des Untersuchungsverfahrens nicht als gleichwerthig zu erachten sind.

Die mittleren Tagestemperaturen sowie die täglichen Niederschlagsmengen für Breslau, die für die Beurtheilung einiger hier in Betracht kommenden Fragen von Wichtigkeit erschienen, wurden mir für die gesammte sechsjährige Beobachtungsperiode von der hiesigen Universitäts-Sternwarte in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt.

Auf die Wiedergabe dieses statistischen Materials, das ich einerseits ziffernmässig und monatsweise, andererseits graphisch in Kurven für jedes einzelne Jahr zusammenstellte, muss ich seines grossen Umfanges wegen verzichten, und werde mich damit begnügen, kurz auf die Ergebnisse dieser Zusammenstellungen einzugehen, die geeignet erscheinen, auf manche der hier in Betracht kommenden Verhältnisse neues Licht zu werfen.

Zunächst ist aus den Tabellen ersichtlich, dass das Breslauer Wasserwerk den grössten Theil des Jahres hindurch ein durchaus den geforderten Bedingungen entsprechendes Filtrat liefert, trotz des ziemlich bedeutenden Keimreichthums des Rohwassers, der sich, abgesehen von den gleich zu erwähnenden Steigerungen, während der sämmtlichen 6 Beobachtungsjahre meist zwischen 2000 und 8000 Keimen pro ccm hält, während sich der Keimgehalt des entsprechenden Filtrates meist unter 100 Keimen pro ccm bewegt, ohne dass eine deutliche Koincidenz der Schwankungen innerhalb dieser als normal anzusehenden Zahlen nachweisbar wäre. Dieser »Gleichgewichtszustand« des Bakteriengehaltes, wie ihn Kurth nennt, wird nun aber alljährlich durch enorme Keimsteigerungen gestört, die in

jedem der sechs Beobachtungsjahre in ganz typischer Weise während der Wintermonate auftraten. Und das, was gerade diese Perioden für die Beurtheilung des Filtrationseffektes von Interesse erscheinen lässt, ist die ausgesprochene Abhängigkeit, ja in vielen Fällen der vollkommene Parallelismus zwischen den Kurven der Keimzahlen im Rohwasser und im Filtrat. Wie oben erwähnt, findet sich ein derartiger Parallelismus keineswegs zu Zeiten des bakteriellen Gleichgewichtszustandes, und zwar aus leicht begreiflichen Ursachen. Wenn wir den Keimgehalt des normalen Filtrates als Summe zweier Antheile ansehen, nämlich der dem Rohwasser und der dem Filtersande entstammenden Bakterien, so wird bei einem relativ keimarmen Rohwasser die erste Komponente natürlich auch ziemlich klein ausfallen und ihre Schwankungen werden im Gesammtresultat so gut wie gar nicht zum Ausdruck kommen, da dieses hauptsächlich von der Zahl der dem Filtersande entstammenden Bakterien abhängig sein wird. Auf diese Thatsache, dass sich zur Ermittelung einer Reduktionsziffer gerade die Filtrationsbetriebe mit sehr keimhaltigem Rohwasser weit mehr eigneten, da nur dann dem zu ermittelnden Antheile das erforderliche Uebergewicht über den anderen gewährleistet würde, haben schon Fränkel und Piefke aufmerksam gemacht, und sehen gerade in der Vernachlässigung dieses Umstandes die Hauptursache dafür, dass sich die frühere falsche Annahme von der Keimdichtigkeit der Sandfilter infolge angeblich fehlender Koincidenz zwischen den Kurven des Bakteriengehaltes im Roh- und Reinwasser so lange Zeit hindurch allgemeine Anerkennung schaffen konnte.

Als Beispiel für diese unmittelbare Abhängigkeit der Keimzahlen des Reinwassers von denen des Rohwassers füge ich die bakteriologischen Untersuchungsergebnisse vom Januar und der ersten Hälfte des Februar 1900 bei. (Tabelle I umstehend.)

Dabei ist zu bemerken, dass an dieser die erlaubte Grenze von 100 Keimen im ccm überschreitenden Steigerung sämmtliche 8 Filter in ziemlich gleichmässiger Weise

Tabelle I.

Tag der Beobachtung	Rohwasserkeime	Reinwasserkeime	Pegelstand
2. Januar 1900. . .	2 810	54	5,14 m
3. „ „ . . .	5 840	52	5,24 „
4. „ „ . . .	6 420	66	5,34 „
5. „ „ . . .	6 810	72	5,44 „
6. „ „ . . .	7 680	84	5,48 „
8. „ „ . . .	10 320	76	5,78 „
9. „ „ . . .	14 400	108	5,88 „
10. „ „ . . .	18 340	158	6,02 „
11. „ „ . . .	46 800	392	6,22 „
12. „ „ . . .	41 700	372	5,96 „
13. „ „ . . .	27 750	318	5,78 „
15. „ „ . . .	23 960	196	5,52 „
16. „ „ . . .	16 150	164	5,42 „
17. „ „ . . .	12 820	96	5,30 „
18. „ „ . . .	13 760	98	5,22 „
19. „ „ . . .	12 880	100	5,20 „
20. „ „ . . .	13 860	92	5,24 „
22. „ „ . . .	11 940	70	5,24 „
23. „ „ . . .	12 950	62	5,24 „
24. „ „ . . .	10 760	90	5,26 „
25. „ „ . . .	9 680	70	5,36 „
26. „ „ . . .	24 100	110	5,58 „
27. „ „ . . .	32 400	156	5,80 „
29. „ „ . . .	40 500	246	7,40 „
30. „ „ . . .	32 800	360	7,28 „
31. „ „ . . .	29 100	320	7,06 „
1. Februar „ . . .	24 500	274	6,20 „
2. „ „ . . .	22 400	214	5,88 „
3. „ „ . . .	19 320	176	5,70 „
5. „ „ . . .	16 560	126	5,58 „
6. „ „ . . .	17 200	112	5,68 „
7. „ „ . . .	17 630	148	5,74 „
8. „ „ . . .	22 300	154	5,68 „
9. „ „ . . .	17 326	134	5,70 „
10. „ „ . . .	18 490	106	5,88 „
12. „ „ . . .	14 600	98	5,76 „
13. „ „ . . .	14 350	96	5,60 „

betheiligt sind, so dass sich die Aufführung der für die einzelnen Filtrate ermittelten Keimzahlen dadurch erübrigt. Unbeschadet dieser allgemein zu konstatirenden Thatsache gegenüber, dass auf eine derart erhebliche Erhöhung der Keimzahl im Rohwasser sämmtliche Filter mit einem vermehrten Bakteriengehalt des Filtrates reagiren, lassen sich doch im Einzelnen Unterschiede zwischen den verschiedenen Filtern bemerken, die ihren Ausdruck in dem bereits von Kurth anlässlich seiner Untersuchungen über das Bremer Wasserwerk aufgestellten Satz finden, dass diese Zunahme der Reinwasserkeime am deutlichsten an den erst kurze Zeit seit der Reinigung in Betrieb befindlichen Filtern zum Ausdruck kommt, während die am Ende ihrer Arbeitszeit befindlichen, bereits stark verschleimten und unter hohen Druck arbeitenden Filter unter Umständen auch gegen derart erhebliche Keimzahlen im Rohwasser erfolgreich ankämpfen können.

Derartige enorme Keimzahlsteigerungen im Oderwasser, während deren dasselbe einen Bakteriengehalt von 30 000 bis 300 000 im ccm aufweist, und welche ausnahmslos zu einer Ueberschreitung der zulässigen Zahl von 100 Keimen im ccm des Filtrates führen, traten, wie gesagt, regelmässig während der Wintermonate sämmtlicher 6 Beobachtungsjahre auf, und zwar deutlich getrennt in mehrere, meistens 3 Perioden.

Zur Erklärung dieser Erscheinung, deren Gesetzmässigkeit besonders bei Betrachtung der Kurven des Bakteriengehalts des Rohwassers sofort in die Augen springt, ist zunächst ein kurzer Ueberblick über die Momente, denen bisher ein bestimmender Einfluss auf den Bakteriengehalt der natürlichen Oberflächenwässer eingeräumt wurde, erforderlich.

An erster Stelle steht dabei die durch eine grosse Reihe von Untersuchungen für die verschiedensten Stromgebiete nachgewiesene Vermehrung des Keimgehaltes, welche durch die Einleitung von Abwässern aller Art in Flussläufe bedingt wird. Dieses Moment kann aber für die hier in

Betracht kommenden Verhältnisse von vornherein ausgeschaltet werden. Denn einerseits ist der Flusslauf der Oder bis zu einer Entfernung von etwa 40 km oberhalb der stromaufwärts von der Stadt Breslau gelegenen Entnahmestelle des hiesigen Wasserwerkes einer Verunreinigung durch kommunale oder gewerbliche Abwässer so gut wie gar nicht ausgesetzt, und die von weiter oberhalb stammenden müssten, soweit dies aus den bisher vorliegenden Beobachtungen über das Selbstreinigungsgebiet der Flüsse sich beurtheilen lässt, auf ihrem langen Wege bereits ihres Bakterienreichthums verlustig gegangen sein. Ausserdem würde auch gerade das typische Auftreten dieser Keimzahlsteigerungen nur während der Wintermonate dadurch keine Erklärung finden.

Als weiterer ausschlaggebender Faktor kommt sodann die Höhe des jeweiligen Wasserstandes in Betracht, dessen ursächliche Beziehungen zum Keimgehalt des Flusswassers ja längst bekannt sind und auch aus den vorliegenden Beobachtungsreihen von Neuem bestätigt werden können. Im Einzelnen ergeben sich jedoch ganz auffällige Unterschiede hinsichtlich der Wirkung, die dieser Faktor auf den Keimgehalt des Rohwassers ausübt, je nach der Jahreszeit und der Wassertemperatur, welche während der Beobachtungsperiode herrschten. Während der wärmeren Jahreszeit, wo die Wassertemperatur über 10° C. beträgt, erweist sich der Bakteriengehalt als ziemlich unabhängig vom Wasserstand. Selbst ziemlich erhebliche Steigerungen, wie z. B. in der Zeit vom 10. bis 13. August 1899, wo die Oder innerhalb dreier Tage um 82 cm stieg, lassen den Bakteriengehalt innerhalb der sehr niedrigen Grenzen von 2—4000 Keimen. Dagegen führt starkes Hochwasser auch während der warmen Jahreszeit zu erheblicher Keimsteigerung, wie z. B. im September 1896, wo ein innerhalb von 4 Tagen sich vollziehender Anstieg des Wasserstandes um 1,38 m eine Erhöhung der Keimzahl von 5000 auf 21 000 Bakterien mit sich bringt, oder im Juli-August 1897, wo der Wasserstand innerhalb von

5 Tagen den kolossalen Anstieg von 4,86 auf 7,00 m, also eine Zunahme um 2,14 m zeigt, während der Bakteriengehalt gleichzeitig von 3000 auf 18 000 Keime ansteigt. Dagegen führt auch das stärkste, während der warmen Jahreszeit auftretende Hochwasser niemals zu den enormen Keimzahlen, wie sie alljährlich während der Wintermonate zur Beobachtung kommen.

Während sich demnach in der warmen Jahreszeit Pegelsteigerungen erst dann von Einfluss auf die Keimzahl zeigen, wenn sie mindestens 1 m betragen, führen im Winter schon erheblich geringere Erhöhungen des Wasserstandes zu bedeutenden Keimzahlsteigerungen. So stieg die Keimzahl im Januar 1899 innerhalb dreier Tage von 14 000 auf 58 000, während der Wasserstand nur um 34 cm wuchs. Im Februar 1898 wurde der Bakteriengehalt durch eine innerhalb von zwei Tagen erfolgende Pegelsteigerung um 56 cm von 16 000 auf 72 000 Keime erhöht. Eine innerhalb einer Woche im März 1895 sich vollziehende Erhöhung des Wasserstandes um 1,10 m veranlasste einen Anstieg der Keimzahl von 12 000 auf 311 000 Keime.

Als drittes Moment, das den Bakteriengehalt des Flusswassers alterieren kann, sind die atmosphärischen Niederschläge anzuführen. Angaben über die Höhe derselben im oberen Stromgebiet der Oder standen mir nicht zur Verfügung. Man ist aber wohl zu der Annahme berechtigt, dass dieselben, wenn sie von Einfluss auf den Bakteriengehalt der Oder bei Breslau sein sollten, gleichzeitig auch in einer korrespondirenden Erhöhung des Wasserstandes ihren Ausdruck finden müssten, dass also ihr Werth für die hier zu erörternde Frage des Keimgehalts bereits im vorigen Absatz seine Würdigung gefunden hat. Die in Breslau selbst und Umgebung niedergegangenen Regen- resp. Schneemengen, denen man vielleicht einen gewissen Einfluss einzuräumen geneigt wäre, erweisen sich durchweg als ganz indifferent für den Keimgehalt des Oderwassers.

Als vierter Faktor kommt schliesslich noch die Temperatur in Betracht. Die allgemein acceptirte, z. B. auch

im Tiemann-Gärtner'schen Handbuch[1]) vertretene Annahme, dass der Bakteriengehalt der natürlichen Wässer in der warmen Jahreszeit grösser sei als in der kalten, findet aber auffallender Weise für die vorliegenden Verhältnisse nicht nur keine Bestätigung, sondern ein allgemeiner Ueberblick über die Kurven der Temperatur und Bakterienzahl zeigt sogar, dass nur vereinzelte, zum Theil schon berührte Fälle ausgenommen, bei Temperaturen über 5° der Bakteriengehalt durchweg ein in den Grenzen des Gleichgewichtszustandes sich bewegender ist, während bei Temperaturen unter 5° nur vorübergehend derart niedrige Keimzahlen beobachtet wurden, für gewöhnlich dagegen das Oderwasser, mit allerdings sehr beträchtlichen Schwankungen, ausserordentlich keimreich war. Dass jedoch nicht die Temperatur als solche diesen Unterschied bedingt, zeigt schon die Thatsache, dass die Kurven nur in grossen Zügen diese Beziehungen zu einander zeigen, im Einzelnen sich jedoch durchweg ihre völlige Unabhängigkeit von einander zeigt. In den Perioden, wo die Wassertemperatur oberhalb von 5° C. liegt, wird die Keimzahl von der Temperatur in keiner Weise beeinflusst; sie bleibt selbst bei einer fast 3 Wochen hindurch auf einer Höhe von 20 bis 25° C. sich haltenden Wasserwärme innerhalb der normalen Grenzen von 3500—6500 Keimen.

Dagegen treten unverkennbare Beziehungen zwischen Keimgehalt und der Kurve der mittleren Tagestemperaturen auf in der kalten Jahreszeit. So sind z. B. die einzigen Perioden, wo während der Wintermonate sehr niedrige, fast sommerliche Keimzahlen beobachtet wurden, diejenigen, wo bei einer konstanten Wassertemperatur von 0° und dauernd gleich hohem Pegelstand die mittlere Lufttemperatur sich längere Zeit unter 0 hält. Dagegen führt das Schwanken der Lufttemperatur ober- und unterhalb der Grenze von 0°, das heisst der Wechsel von Frostwetter mit Treib-

[1]) Tiemann-Gärtner: Handbuch der Untersuchung und Beurtheilung der Wässer. 4. Aufl. Braunschweig 1895. p. 575.

eisbildung und Thauwetter, ersteres infolge des Losreissens von Uferpartikelchen durch den stetigen Anprall der Eisschollen, letzteres durch das Hineinspülen von schmutzigem infolge des Gefrierens der obersten Bodenschicht nicht filtrirtem Thauwasser, jedesmal zu erheblichen Keimsteigerungen, wodurch die Wichtigkeit dieser beiden Momente für unsere Frage als schon längst bekannt, von Neuem bestätigt wird.

Wenn man nunmehr die Kurven des Bakteriengehaltes noch einmal mit Rücksicht auf die Frage überblickt, ob ihre sämmtlichen Schwankungen mit Hülfe der bisher erörterten ursächlichen Momente befriedigende Erklärung finden, so wird man diese Frage mit Recht bejahen dürfen, jedoch mit einer einzigen, in fast typischer Weise alljährlich wiederkehrenden Ausnahme. Jeden Herbst nämlich zeigt die Keimzahlenkurve einen beträchtlichen, meist bis zu 40 000 Keimen gehenden, verschieden lange Zeit anhaltenden Anstieg, für den keinerlei ursächliches Moment zu entdecken ist: der Wasserstand ist während dieser Perioden durchweg ein sehr konstanter, ungefähr dem Breslauer Normalpegel entsprechender, atmosphärische Niederschläge fehlen so gut wie ganz, die Wassertemperatur zeigt jedesmal einen während dieser Zeit sich vollziehenden Abfall von 4 auf 0°, die Lufttemperatur bewegt sich in der Nähe von 0°; Treibeisbildung zu dieser Zeit ist, da das Wasser noch nicht 0° erreicht hat, ausgeschlossen, mithin fehlen alle Momente, die bisher als keimzahlsteigernde erwähnt wurden, während dieser Perioden vollständig. Jedoch schon die Thatsache, dass diese Bakterienzunahme alljährlich in genau derselben Weise in der Zeit eintrat, wo die Wassertemperatur von 4 auf 1—0° sank, wies auf eine Gesetzmässigkeit dieser Erscheinung hin und zeigte sie als in gewissem Grade von der Temperatur abhängig. Je langsamer dieser Temperaturabfall erfolgte, desto länger hielt die Keimsteigerung an, so z. B. im Herbst 1894, wo sich die Wassertemperatur vom 26. November bis 31. Dezember zwischen 3 und 1° hielt und der

Keimgehalt zwischen 20- und 45 000 schwankt, während er vor- und nachher beträchtlich niedriger ist. Dagegen zeigt sich im Herbst 1895, wo die Wassertemperatur innerhalb weniger Tage von 4 auf 0° sank, dieser Anstieg der Keimzahlkurve nur sehr schwach ausgebildet.

Um die Ursache dieser zunächst unverständlichen Erhöhung der Bakterienzahl aufzuklären, und in der sicheren Erwartung, dass sie auch diesmal wieder eintreten würde, untersuchte ich im letzten Herbst von Mitte Oktober 1899 ab einen um den andern Tag Oderwasserproben, die ich stets selbst mittelst steriler, an einer langen Angelruthe befestigter Reagensgläser schräg gegenüber der Schöpfstelle des Breslauer Wasserwerkes, etwas oberhalb derselben, aus dem Flusse von der Spitze einer bis weit in den Strom hineinragenden Buhne entnahm und höchstens $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde nach der Entnahme im Institut zu Platten verarbeitete.

Durch einige Vorversuche war festgestellt worden, dass das an dieser Stelle entnommene Rohwasser sich von dem vom Wasserwerk zum Plattengiessen benutzten nur dadurch unterscheidet, dass letzteres infolge seiner Entnahme aus den Filtereinläufen, also nach Passirung eines Vorklärbassins, etwas, jedoch nur unbedeutend, keimärmer ist, wegen der durch die Sedimentirung im Klärbassin bedingten Keimabnahme.

Von dem in obiger Weise entnommenen Wasser wurden Gelatineplatten mit je 1 und $^1/_2$ ccm gegossen und diese nach 48stündigem Aufenthalt bei 22° mittelst der Neisserschen misroskopischen Zählmethode ausgezählt. Diese Zählungen ergaben während der Zeit vom 17. Oktober bis 17. November, in Uebereinstimmung mit den mir erst später zugänglich gewordenen Zählungen des Wasserhebewerkes, ein Schwanken des Bakteriengehaltes zwischen 2000 und 8000 Keimen pro ccm, also den normalen Gleichgewichtszustand.

Dagegen trat von dem Tage an, wo die Wassertemperatur von 4 auf 3° sank, nämlich am 20. November, bis zu dem Tage, wo die Temperatur den Nullpunkt erreichte, nämlich

am 8. Dezember, eine beträchtliche Erhöhung der Keimzahlen ein, sowohl in den Zählungen des Wasserwerkes, wie in den meinigen. Am 9. Dezember musste ich meine Oderwasseruntersuchungen wegen völliger Vereisung der Oder und dadurch bedingter Unmöglichkeit der Wasserentnahme einstellen. Wie jedoch die im Wasserwerk weiter fortgeführten Zählungen ergaben, trat in der folgenden Zeit, abgesehen von einer geringfügigen, durch leichte Erhöhung des Wasserstandes und Treibeis bedingten Keimsteigerung, wieder der Zustand des »sommerlichen Gleichgewichtes« im Bakteriengehalt der Oder ein, wobei sogar die in keinem der früheren fünf Winter je beobachtete niedrige Zahl von 2000 Bakterien erreicht wurde.

Danach unterliegt es also keinem Zweifel, dass die während dieser Zeit von mir beobachtete Periode des Keimreichthums wirklich jenen oben erwähnten, bisher jeden Herbst aufgetretenen, aber ihrer Ursache nach nicht aufgeklärten Perioden entsprach. Allerdings fiel diese Periode gerade diesmal weniger charakteristisch aus deshalb, weil die Wassertemperatur, nachdem sie auf 2° gesunken war, wieder bis auf 6° anstieg, wodurch die bereits auf 40 000 angewachsene Keimzahl sofort wieder erniedrigt wurde und dann infolge sehr raschen Absinkens der Temperatur auf 0° ein zweiter so erheblicher Anstieg der Keimzahl nicht mehr zur Entwicklung kam. Doch der erste Anstieg war immerhin charakteristisch genug, um der Ursache dieser eigenthümlichen Erscheinung auf die Spur zu kommen. Wie bereits auf Grund des statistischen Materials der früheren Jahre zu erwarten war, fehlte auch diesmal durchaus jede Veranlassung für eine Zunahme der Oderwasserbakterien: der Wasserstand war ein gleichmässig niedriger, gerade an den Tagen der höchsten Keimzahlen war weder Regen, noch Sturm, noch etwa Schiffsverkehr oder dergleichen auf der Oder vorhanden, die erste Eisbildung trat erst gegen Ende der Beobachtungsperiode ein.

Das Räthsel löste sich bei der mikroskopischen Durchmusterung der mit dem fraglichen Wasser gegossenen

Gelatineplatten. Während diese während der früheren keimarmen Periode immer ein ziemlich variables Bild geboten hatten, manchmal wohl eine bestimmte Art als überwiegend zeigten, meistens aber schon aus den verschiedensten Kolonientypen auf einen erheblichen Artenreichthum schliessen liessen, gewann mit dem Eintritt der Keimzahlsteigerung das mikroskopische Bild eine bedeutende Einförmigkeit durch das völlige Vorherrschen einer bestimmten, unten näher zu beschreibenden Kolonieform, die, wie mikroskopisch festgestellt wurde, zwischen 50 und 70% aller auf den Platten vorhandenen Kolonien ausmachte. Zugleich zeigten die Platten am 3. bis 4. Tage ausgedehnte grüne Verflüssigung.

Dieser Kolonientypus, der vorher vielleicht auch vertreten gewesen sein mag, aber dann jedenfalls in so geringer Anzahl, dass er der Beobachtung entging, wurde mehrfach abgestochen, und erwies sich im weiteren Laufe der Untersuchung als der eines fluoreszirenden Bakteriums, das im Folgenden kurz beschrieben werden soll.

In morphologischer Beziehung stellt es sich in jungen Agrarkulturen als anfangs sehr plumpes, fast ellipsoides, später länger und schlanker werdendes Stäbchen von etwa $^1/_2$ μ Dicke und 1—2 μ Länge dar. Auf ein bis zwei Wochen alten Agarkulturen zeigt es eine ausgesprochene Tendenz zur Krümmung, sodass man in derartigen Präparaten völlig den Eindruck gewinnt, es mit einer Vibrionenform zu thun zu haben. Da auch) und S-Formen nicht selten vorkamen, war ich lange Zeit im Zweifel darüber, ob die Form zum Typus der Bacillen oder Vibrionen zu rechnen wäre. Doch gab schliesslich sein Wachsthum in flüssigen Nährmedien als Stäbchen den Ausschlag zu Gunsten seiner Bacillennatur.

Die einzelnen Individuen zeigen sehr lebhafte Bewegungen, die mit Hülfe einer Polgeissel ausgeführt werden. Sporenbildung findet auf keinem Nährboden statt. Gramfärbung fällt negativ aus. Sein makroskopisches Aussehen auf den verschiedenen Nährböden wird gekennzeichnet

durch eine prachtvolle grüne Fluoreszenz, die bedeutend stärker ist als die des auch mehrfach aus Oderwasser isolirten Fluorescens liquefaciens. Das Auftreten derselben erscheint gebunden an das Vorhandensein von Fleischwasser in den Nährböden, von dem nach den Angaben Gessards wohl hauptsächlich die phosphorsauren Salze erforderlich sein dürften. Demnach fehlt die Fluoreszenz auf Peptonwasser, bouillonfreiem Agar und Gelatine, sowie auf Kartoffeln. Auf letzteren gelang es mir entgegen der gewöhnlichen Angabe nicht, die Fluoreszenz durch Ammoniakzusatz hervorzurufen. Dagegen tritt gleichfalls ausgesprochene Fluoreszenz auf Zuckeragar ein, während diese angeblich in zuckerhaltigen Kulturen gewöhnlich fehlen soll; die Ursache dieser Differenz scheint mir folgende zu sein: sämmtliche fluoreszirenden Arten sind Alkalibildner, und eben diese dadurch geschaffene starke Alkaleszenz des Nährbodens ist die conditio sine qua non für das Auftreten der Fluoreszenz. Ausserdem haben aber sämmtliche Arten die Fähigkeit, Traubenzucker zu Säure zu oxydiren; daher tritt in zuckerhaltigen Nährböden infolge der Säurebildung keine Fluoreszenz auf.

Beide Eigenschaften besitzt auch der hier beschriebene Bacillus. Die starke Alkalibildung habe ich durch Titration einiger Kulturen auf schrägem neutralem Agar festgestellt, die gegenüber den unbeimpften Kontrolröhrchen sehr erhebliche Differenzen zeigten. Die Säurebildung aus Zucker wurde durch Titriren von Milchkulturen ermittelt. Dass trotzdem Fluoreszenz auf Zuckeragar eintritt, kann demnach nur daran liegen, dass die Alkalibildung der vorliegenden Art so stark ist, dass dadurch die aus Zucker gebildete Säure überneutralisirt wird. Dass dies in der That so ist, geht hervor 1. aus der Alkalibestimmung auf neutralem Agar, die einer Zunahme um etwa 15 ccm Normalnatronlauge pro Liter Agar entsprach, 2. aus der ganz konstant nach spätestens 2—3 Tagen sich einstellenden Bildung von sehr zierlichen, strahlig von vielen Punkten der Oberfläche in die Tiefe des Nährbodens wachsenden

Krystallen, die sich bei chemischer Untersuchung als Calcium- und Ammoniak-Magnesiaphosphate erweisen und infolge der stark alkalischen Reaktion des Nährbodens in fester Form auskrystallisiren. Eine derart starke, zur Auskrystallisation der Phosphate führende Alkaliproduktion zeigen die bekannten fluoreszirenden Arten fast niemals, wodurch also das Eintreten der Fluoreszenz auch auf Zuckeragarkulturen bei dieser Spezies hinreichend erklärt wird. Durch die theilweise Neutralisation des gebildeten Alkalis durch die sauren Spaltungsprodukte des Zuckers wird auch begreiflich, dass auf den Zuckeragarkulturen einerseits die Fluoreszenz schwächer ist als auf neutralem Agar und andererseits die Krystallbildung entweder nur spärlich ausfällt oder ganz fehlt.

Auf Gelatineplatten sind die Kolonien bereits nach 24 Stunden mit 70facher Vergrösserung als stark lichtbrechende kleine Kugeln erkennbar. Nach 48 Stunden sind sie zu makroskopisch deutlich sichtbaren Kolonien ausgewachsen. Mikroskopisch stellen sie sich zu dieser Zeit als scharfrandige, meist ganz regelmässige Kugeln dar, die durch einen leicht graugelblichen, ins grünliche spielenden Farbenton und ein sehr fein mattirtes Aussehen charakterisirt sind. Die auf der Oberfläche der Gelatine sich entwickelnden Kolonien stellen sich nach 24 Stunden als bläulich irisirende, fein gezackte, oft typhusähnlich gezeichnete Ausbreitungen dar, die nach 48 Stunden die Farbe der tiefen Kolonien annehmen. Am 3. Tage verlieren die tiefen Kolonien infolge von Erweichung der Gelatine ihren scharfen Contour, lösen sich flockig am Rande auf und gehen allmählich in das typische Bild einer grün fluoreszirenden Verflüssigungsschale über. Bei den oberflächlichen Kolonien beginnt die krümliche Erweichung im Centrum der Auflagerung, zieht nach und nach, peripherwärts fortschreitend, den gesammten übrig gebliebenen Randtheil der Ausbreitung in ihren Bereich und führt schliesslich zu demselben Bilde wie es die tiefen Kolonien nach ihrer Verflüssigung darbieten.

Auf schrägem Agar wird vom Impfstrich aus fast die ganze Oberfläche mit einer sehr üppigen feuchtglänzenden Auflagerung überzogen, die von schleimiger Konsistenz ist. Im Gelatinestich zeigt sich unterhalb der Oberfläche nur spärliches Wachsthum. Von oben her findet eine zuerst muldenförmige, später nach unten horizontal begrenzte Verflüssigung statt, die sehr langsam in die Tiefe fortschreitet.

Auf Kartoffeln wird eine reichliche braune Auflagerung gebildet.

Auf Blutserum bildet sich vom Impfstrich aus eine flache dunkelbraune, am Rande heller gefärbte Auflagerung aus, die langsam in das Substrat einsinkt unter starker Grünfärbung der Umgebung.

Milch wird langsam, aber deutlich koagulirt. Im Zuckeragarstich findet keine Gasbildung, im Peptonwasser keine Indolbildung statt. Bouillon wird stark getrübt unter Abscheidung eines schleimigen Bodensatzes.

Das Sauerstoffbedürfniss ist ein sehr starkes; speziell die Fähigkeit der Gelatineverflüssigung ist gänzlich abhängig von unbehindertem Sauerstoffzutritt, wie aus der Form des Gelatinestiches hervorgeht. Das Hauptinteresse beanspruchte natürlich die Frage, wie sich dieser Bacillus verschiedenen Temperaturen gegenüber verhalten würde.

Frisch angelegte Kulturen auf Blutserum, neutralem oder Zuckeragar und Kartoffeln wurden durch 48 Stunden langem Aufenthalt bei 37° völlig abgetödtet. Nach 24stündigem Aufenthalt zeigten sie einen mehrere Tage lang dauernden Wachsthumsstillstand; das Vermögen der Fluoreszenz stellte sich erst nach einwöchentlichem Aufenthalt bei Zimmertemperatur wieder ein.

Bei 22° und bei Zimmertemperatur war das Wachsthum durchweg ein sehr üppiges. Bei Eisschranktemperatur zeigte eine Kartoffelkultur bereits nach 48 Stunden deutliches Wachsthum.

Um einerseits exaktere Daten über seine Vermehrungstendenz bei verschiedenen Temperaturen zu gewinnen

und andrerseits den natürlichen Verhältnissen etwas mehr Rechnung zu tragen, wurde eine Aufschwemmung einer Oese Agarkultur in sterilem Leitungswasser auf 2 sterile Reagensröhrchen vertheilt, und von diesen das eine bei 37°, das andere im Eisschrank gehalten. Die jeweilige Keimzahl wurde durch Zählung der Kolonien, die sich auf den mittelst eines Tropfens der Wasserkultur gegossenen Gelatineplatten entwickelten, festgestellt. Zu Beginn des Versuches zeigten beide Röhrchen einen Bakteriengehalt von etwa 150 000. (Diese Zahl wie alle folgenden ist, um Vergleichswerthe zu gewinnen, für den Keimgehalt 1 ccm berechnet.) Das im 37°er gehaltene Röhrchen erweist sich bereits nach 24 Stunden als völlig keimfrei. Das Röhrchen im Eisschrank zeigt nach anfänglicher geringer Abnahme der Keimzahl (am 2. Tage 80 000) eine rapide Vermehrung (am 6. Tage 8 500 000), die während der gesammten sechswöchigen Beobachtung dauernd einen Keimgehalt von mehreren Millionen im ccm zur Folge hat.

Da jedoch im Eisschrank, wie durch öftere Messungen festgestellt wurde, immerhin noch eine Temperatur von 6—7° C. herrschte, so erschien es erforderlich, diese Kulturversuche bei noch niedrigeren, möglichst konstanten Temperaturen zu wiederholen, um den Beweis dafür zu erbringen, dass diese Bakterienart thatsächlich durch ihre Fähigkeit, sich bei 4—1° stark zu vermehren, die erwähnten Keimzahlsteigerungen des Oderwassers bewirken konnte. Für diesen Zweck erwiesen sich als vorzüglich geeignet einige eiserne Röhren, die zur Messung der Bodentemperaturen im Garten des Instituts in die Erde eingesetzt worden waren. Dieselben wiesen während der gesammten 14tägigen Beobachtungsperiode eine ganz konstante Temperatur auf, und zwar die weniger tiefe eine solche von 1°, die tiefere eine Temperatur von 4°. Es wurden in der gleichen Weise wie oben zwei sterile Reagensgläser mit einer Aufschwemmung des Bacillus in sterilisirtem Leitungswasser gefüllt und 14 Tage lang in diesen Bodenröhrchen gehalten, und Anfangs täglich, später einen um

den andern Tag auf höchstens eine Viertelstunde behufs Giessen der Zählplatten aus denselben entfernt. Das Material zum Giessen der Platten wurde stets mit derselben, sonst nicht benutzten Platinöse entnommen, deren Kapazität für Wasser mit Hülfe der chemischen Waage auf 3,3 mg festgestellt wurde.

Tabelle II giebt die auf 1 ccm berechneten Keimzahlen wieder, die während dieser Periode festgestellt wurden.

Tabelle II.

Nach wieviel Tagen	bei 1° C.	bei 4° C.
Einsaat	1 000 000	1 000 000
nach 1 Tage	36 000	180 000
" 2 Tagen	172 000	677 000
" 3 "	240 000	3 000 000
" 5 "	500 000	10 000 000
" 7 "	1 540 000	4 500 000
" 10 "	46 500 000	7 500 000
" 13 "	51 000 000	7 500 000

Demnach zeigte sich bei diesem Versuche ebenso wie beim ersten, innerhalb der ersten 24 Stunden in beiden Röhrchen eine beträchtliche Abnahme der Keimzahl, die jedenfalls auf Rechnung des Absterbens der weniger lebenskräftigen Individuen infolge der veränderten Lebensbedingungen zu setzen ist. Dagegen tritt bereits vom zweiten Tage ab in beiden Röhrchen eine starke Vermehrung der Keimzahl ein, die sich bei 4° schneller vollzieht, aber nicht die Höhe erreicht wie bei 1°. Am 14. Tage wurde der Versuch infolge Zerbrechens eines der Röhrchen abgeschlossen.

Subkutane Injektionen von jungen Agarkulturen an Mäusen und Meerschweinchen blieben völlig ohne Einfluss auf das Befinden der Thiere, wie ja bereits auf Grund der abtödtenden Wirkung der Bruttemperatur zu erwarten war.

Was zunächst die systematische Stellung dieser Bakterienart anbetrifft, so weist ihm ja sein starkes Fluoreszenzvermögen bereits seinen Platz in der durch diese

Fähigkeit charakterisirten Bakteriengruppe an. Doch bietet er einerseits durch verschiedene kulturelle Merkmale, wie Form der Gelatineplattenkolonie, Wachsthumsmodus auf Blutserum, Tendenz zur Vibrionenbildung, sowie vor allem durch seine biologischen Eigenschaften, seine sehr starke Alkaliproduktion und damit zusammenhängend die Abscheidung von Phosphatkrystallen im Nährboden und sein Verhalten bei dem Gefrierpunkt nahen Temperaturen soviel Differenzen gegenüber den bisher bekannten fluoreszirenden Bakterienarten, dass es mir nicht möglich war, ihn mit einer derselben zu identifiziren.

Da sich diese Eigenschaften während einer dreimonatlichen Züchtungsdauer als ganz konstante gezeigt haben, so sehe ich mich auf Grund derselben genöthigt, diesen Bacillus als eine noch nicht beschriebene Art aus der Gruppe der fluoreszirenden Bakterien anzusprechen und schlage für ihn die Bezeichnung Bacillus psychrophilus vor. Da durch die Züchtungsversuche bei niedriger Temperatur bewiesen wird, dass diese Bakterienart thatsächlich die Fähigkeit besitzt, bei Temperaturen von 4—1° C. üppig zu gedeihen, so kann an seiner ursächlichen Rolle bei dem Zustandekommen der allherbstlich im Oderwasser eintretenden Keimzahlsteigerung wohl nicht gezweifelt werden. Dass bei Temperaturen oberhalb von 4°, wo in Reinkulturen gleichfalls üppiges Wachsthum zu konstatiren war, nicht auch im Oderwasser starke Vermehrung eintritt, wird durch die bei höheren Temperaturen sich geltend machende Konkurrenz der anderen Wasserbakterien hinreichend erklärt. Damit würde auf Grund dieser Beobachtungen zu den Eingangs erwähnten Momenten, die eine Vermehrung der Flusswasserkeime zu veranlassen im Stande wären, ein neues, bisher, soweit mir bekannt, noch nicht beobachtetes Moment hinzukommen, nämlich eine durch vorübergehenden Eintritt besonders günstiger Lebensbedingungen bedingte Vermehrung einer spezifischen Wasserbakterienart.

Wie alljährlich, so fand auch diesen Herbst gelegentlich der durch diesen Bacillus bedingten Keimsteigerung

eine Ueberschreitung der zulässigen Grenze von 100 Keimen im Leitungswasser statt. Zugleich konnte ich diese Spezies während dieser Zeit auch auf den Leitungswasserplatten in merklicher Anzahl vorfinden.

Die Annahme, dass dieses Bakterium infolge seiner ausserordentlichen Anspruchslosigkeit sich dauernd in dem Filtersande etabliren, das Filter durchwachsen und zu Keimsteigerungen im Leitungswasser Veranlassung geben könnte, wird bestätigt durch die Thatsache, dass ich auch im weiteren Verlaufe des Winters, nachdem seine Vermehrungsperiode im Wasser bereits abgelaufen war, ihn öfters auf den mit Leitungswasser gegossenen Platten auffinden konnte.

Um nun noch mit einigen Worten auf die praktischen Konsequenzen der vorliegenden Untersuchungen einzugehen, so sind es folgende:

1. Die gesetzlich festgesetzte Grenzzahl von 100 Keimen im ccm Reinwasser stellt im Allgemeinen auch für die mit keimreicherem Rohwasser arbeitenden Sandfiltrationswerke ein brauchbares Kriterium für die Güte des Wassers dar.

2. Dagegen sollte eine Ueberschreitung dieser Grenzzahl der Aufsichtsbehörde nur dann die Berechtigung gewähren, das betreffende Filtrat vom Gebrauch auszuschliessen, wenn diese Keimsteigerung auch wirklich ihre Ursache in einer Betriebsstörung hat, die den Filtrationseffekt zu beeinträchtigen geeignet ist.

3. Findet dagegen eine Ueberschreitung dieser Grenzzahl ihre Erklärung durch anderweitige, den Filtrationsvorgang selbst nicht berührende Momente, wie z. B. vorübergehende bedeutende Keimzahlsteigerungen im Rohwasser oder Auftreten spezifischer, die Filter durchwuchernder, unschädlicher Bakterienarten, so soll eine derartige Keimzahlüberschreitung an sich noch nicht massgebend für die Beanstandung des betreffenden Filtrates sein, sofern nicht ausserdem noch Störungen im Filtrationsbetriebe nachweisbar sind.

Lebenslauf.

Ich, Walter, Heinrich, Eugen von Schuckmann, wurde am 5. Februar 1876 zu Brieg geboren als Sohn des Premier-Leutnants im 4. Niederschles. Infanterie-Regiment No. 51, Wilhelm von Schuckmann, und seiner Gattin Gertrud, geb. Kolewe. Ich bin evangelischer Konfession.

Ich besuchte das Gymnasium zu Maria-Magdalena in Breslau und das Städtische, später Königliche Gymnasium zu Lauban, wo ich Ostern 1894 die Reifeprüfung bestand.

Darauf widmete ich mich dem Studium der Medizin, und zwar im Sommersemester 1894 an der Universität München, die folgenden drei Semester an der Universität Berlin, wo ich Ostern 1896 das Tentamen physicum bestand.

Im Sommersemester 1896 diente ich das erste Halbjahr mit der Waffe beim 2. Bataillon des 2. Badischen Grenadier-Regiments »Kaiser Wilhelm I.« No. 110 in Heidelberg und setzte in den folgenden beiden Semestern meine Studien an der dortigen Universität fort. Von Michaelis 1897 bis Michalis 1898 beendete ich meine Studien an der Universität Breslau und bestand während des Winters 1898/99 meine ärztliche Staatsprüfung und das Examen rigorosum daselbst.

Im Sommer 1899 diente ich beim 4. Niederschles. Infanterie-Regiment No. 51 zu Breslau als einjährig-freiwilliger Arzt und wurde, nach Ableistung einer 6wöchentlichen Uebung bei diesem Regiment, Weihnachten 1899 zum Assistenzarzt der Reserve befördert.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren Professoren und Docenten:

Rüdinger, Lommel, Radlkofer, Waldeyer, H. Virchow, Du Bois-Reymond, Fischer, Hertwig, Schulze, v. Schröder, Fleiner, Bauer, Lossen, Jordan, Kehrer, Erb, Czerny, Jurasz, von Hippel, Ponfick, Axenfeld, Flügge, Küstner, Kast, Mikulicz, Hasse, Uhthoff, Filehne, Czerny, Neisser, Henke, Wernicke.

Allen diesen meinen hochverehrten Herren Lehrern statte ich an dieser Stelle für die mir während meiner Studienzeit zu Theil gewordene Ausbildung, insonderheit aber Herrn Geheimrath Flügge für die vielseitige, mir während meiner halbjährigen Thätigkeit am hygienischen Institut erwiesene Anregung und Förderung meinen herzlichsten Dank ab.

Thesen.

1. Die heut gebräuchliche Methode der bakteriologischen Wasseruntersuchung giebt uns keine Vorstellung von dem absoluten Bakteriengehalt des Wassers.
2. Die Existenz eines organisirten Carcinomerregers erscheint durch die bisherigen Untersuchungen noch nicht erwiesen.
3. Die in der Praxis gebräuchliche Diagnose Influenza kann durch den bakteriologischen Befund meist nicht erhärtet werden.